

(19) JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09093302 A

(43) Date of publication of application: 04.04.97

(51) Int. Cl. H04L 27/38
H04B 7/26

(21) Application number: 07269430

(22) Date of filing: 22.09.95

(71) Applicant: YUSEISHO TSUSHIN SOGO
KENKYUSHO

(72) Inventor: HAMAGUCHI KIYOSHI

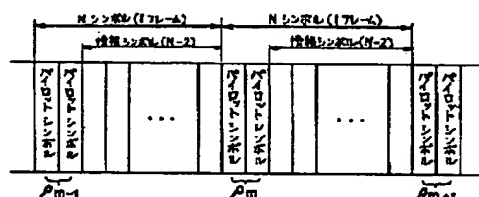
(54) DIGITAL MOBILE RADIO COMMUNICATION
SYSTEM

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve transmission quality by using phase fluctuation formation of two consecutive pilot symbols so as to calculate a frequency offset between a transmission carrier and a quasi synchronization detection reference signal of a receiver so as to compensate the offset.

SOLUTION: The number of pilot symbols consisting of known data other than a frame symbol inserted in each frame is increased from one to two and the two pilot symbols are placed adjacent to each other. That is, one frame consists of N-sets of symbols and (N-2)-sets of information symbols are in existence before the pilot symbols. In a signal to be sent, the information symbols are repeated in each frame. Let a phase difference between the adjacent pilot symbols be ρ_m , then a frequency offset $\Delta\omega$ is expressed as $\Delta\omega = A\omega(\rho_m)$. Thus, the frequency offset between a transmission carrier and a reference signal for quasi synchronization detection of a receiver is calculated by using phase fluctuation information of the two consecutive pilot symbols for compensation.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-93302

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H04L 27/38			H04L 27/00	G
H04B 7/26			H04B 7/26	N

審査請求 有 請求項の数 4 FD (全 7 頁)

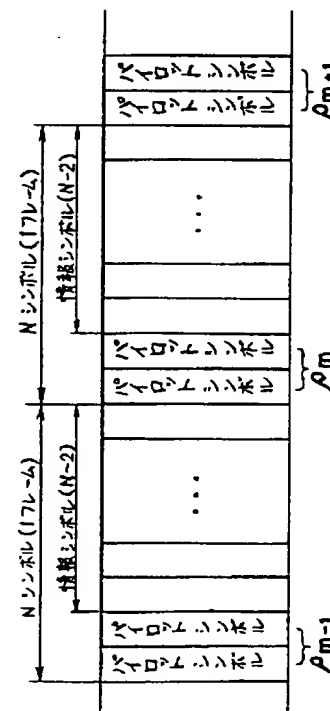
(21) 出願番号	特願平7-269430	(71) 出願人	391027413 郵政省通信総合研究所長 東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号
(22) 出願日	平成7年(1995)9月22日	(72) 発明者	浜口 清 東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号 郵政省通信総合研究所内

(54) 【発明の名称】 デジタル移動無線通信方式

(57) 【要約】

【課題】 デジタル移動無線方式において、送受信機間の周波数オフセットによる影響を軽減させて伝送品質を高める。

【解決手段】 1フレームに2つのパイロットシンボルを設けて、該2つのパイロットシンボルの位相差を複数フレームに亘って加算平均することにより、周波数オフセットの補償値を得て、周波数オフセットを補償する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】パイロットシンボルにより位相変動補償をおこなうデジタル移動無線通信方式において、1フレームに就き連続した2つのパイロットシンボルを設けると共に、該パイロットシンボルの位相変動情報を用いて送信搬送波と受信機の準同期検波用基準信号との周波数オフセット値を算出して補償することを特徴とするデジタル移動無線通信方式。

【請求項2】隣接したパイロットシンボルの位相差を各フレーム毎に求めると共に、複数のフレームに亘って上記位相差の加算平均を算出することにより、周波数オフセット値の演算をおこなうことを特徴とする請求項1に記載のデジタル移動無線通信方式。

【請求項3】受信レベルの低いパイロットシンボルを除いて演算をおこなうことを特徴とする請求項1乃至請求項2の何れかに記載のデジタル移動無線通信方式。

【請求項4】デジタル無線通信方式が、多値直交振幅変調方式であることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載のデジタル移動無線通信方式。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、移動局と基地局との間、または移動局間においてデジタル信号による無線通信を行うための通信技術に関し、より詳しくは、送受信機間の周波数オフセットによる影響を軽減して伝送品質を高め得るデジタル移動無線通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、陸上移動通信の分野において、周波数の有効利用を図るため多値直交振幅変調方式（以下、多値QAMと略す）の適用が検討されているが、該多値QAMにおける検波方法としては、準同期検波が一般的であった。この場合、準同期検波においては、送信搬送波と受信機の準同期検波用基準信号との周波数オフセットが小さいことが必要である。しかし送受信機の発振器の周波数安定度や精度が十分でない場合、何らかの処理をしないと準同期検波方法を使用できないという問題があった。

【0003】また、移動通信では、固定局と移動局、あるいは、移動局同士で送受信をおこなうので、2つの局が相対的に運動している場合、送信された電波は、ドップラースhiftによって周波数が偏移してしまうために、送受信機の発振器の精度がいくら良くても、やはり送信搬送波と受信機の準同期検波用基準信号との間に周波数オフセットが生じてしまうという問題が生じていた。

【0004】そこで、この問題を解決する手段として、例えばPLL（位相同期ループ）技術を応用した自動周波数制御回路（AFC）が一般に使用されていた。ところが、最近になって装置の小型化による回路のLSI化に適するように、デジタル信号処理方式による周波数オフセットの補償方法が検討される方向にあるが、デ

ジタル信号処理によるAFCでは、周波数の引き込み範囲が狭いため、適用範囲がフェージング変動の小さい室内等に限定されてしまうという問題があった。

【0005】この問題を解決するものとして、特開平1-196924号公報（以下、文献1と略す）に記載されている技術が提案されている。これは、図6に示すようなフレーム構成からなる信号の多値QAMの電波を送信機から送信し、受信機において上記電波信号を受信して、準同期検波して受信ベースバンド信号を得て、該受信ベースバンド信号から既知のデータからなるパイロットシンボルを検出するものである。

【0006】ここで、図5に、複素平面上におけるパイロットシンボルの位相の時間的变化を示す。図5においては、時刻 $t = mNT$ （ m は自然数、 N はパイロットシンボルの挿入間隔、 T はシンボル周期）において、1つ前のパイロットシンボルからの位相変化量を αm とすると、周波数オフセットがある場合、各パイロットシンボル（ $P_0, P_1, P_2, \dots, P_{m-1}, P_m, P_{m+1}, \dots$ ）は、周波数オフセット量に比例した回転量で複素平面上を一定方向に回転する。従って、この回転量を観測し、この位相回転に見合った分だけ、受信ベースバンド信号の位相を逆方向に回転させることにより、周波数オフセットの補償をおこなうものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法では、補償可能な周波数オフセット量は、 $|\alpha m| < \pi$ である場合に限られてしまう。これは $|\alpha m| \geq \pi$ であるときは、受信機において位相回転が正方向であるか負方向であるかを識別できないからである。この欠点を補うための方法として、パイロットシンボルの挿入間隔 N を小さくすれば良いが、フレーム効率が低下するために、単位時間に伝送できる情報量が小さくなるという問題を有していた。また、周波数オフセット量の計算が複雑であるため、回路のLSI化が難しく、且つパイロットシンボルのサンプリング数が多くなるので、多くのフレームのデータを記憶する必要があり、この為、メモリーの容量が増大し、装置の形状も大きくならざるをえなかった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記に鑑み提案されたもので、パイロットシンボルにより位相変動補償をおこなうデジタル移動無線通信方式において、1フレームに就き連続した2つのパイロットシンボルを設けると共に、該パイロットシンボルの位相変動情報を用いて送信搬送波と受信機の準同期検波用基準信号との周波数オフセット値を算出して補償することを特徴とするものである。

【0009】本発明は、また、隣接したパイロットシンボルの位相差を各フレーム毎に求めると共に、複数のフレームに亘って上記位相差の加算平均を算出すること

より周波数オフセット値の演算をおこなうことを特徴とするものである。

【0010】本発明は、更に、受信レベルの低いパイロットシンボルを除いて演算をおこなうことを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】図1に本発明の一実施例に用いられる多値QAMの一種である16QAMの信号空間ダイアグラム（複素ベースバンド信号の信号点を複素平面上に表したもの）を示す。この図からも分かりますとおり、16QAM等の多値QAMは、単位時間当たりの情報の伝送量が非常に大きい反面、フェージング等の伝送路歪による位相の変動の影響を受けやすい。このため、通常はマイクロ波回線等のように、伝送路変動の非常に緩やかな伝送路で利用されているにすぎない。

【0012】そこで、本発明においては、フレーム毎に挿入していたフレームシンボル以外の既知のデータからなるパイロットシンボルの数を従来の1つから2つに増やすと共に、隣接して設けることで、演算を容易にすると共に、サンプリングするパイロットシンボルの数（＝フレーム数）が少なく済むようにしたものである。

【0013】このような、本発明における伝送される信号のフレーム構成を図2に示す。図において、1フレームはN個のシンボルから構成されており、フレームの先頭にパイロットシンボルが2つ挿入されており、その後（N-2）個の情報シンボルが続いている。伝送される信号では、これが各フレーム毎に繰り返されている。

【0014】ここで、隣接したパイロットシンボル同士の位相差を ρ_m としたとき、周波数オフセット量 $\Delta\omega$ は、下記に示す数式となることに着目した。

【0015】

【数1】 $\Delta\omega = \text{Ave}(\rho_m)$

【0016】但し、 $\text{Ave}(\cdot)$ とは加算平均演算である。平均演算する区間は、雑音による影響を除外できるだけの範囲でよく、十数個の ρ_m の平均でよいことが計算機シミュレーションで明らかとなっている。これは、パイロットシンボルが最大振幅をとるように定められたシンボルであるために、雑音による影響を受けにくいことによる。

【0017】しかし、陸上移動通信においては、フェージング変動があるために受信信号が雑音レベルにまで落ち込むことがある。従って、受信レベルの低いパイロットシンボルに関する ρ_m は、平均操作から除くものとする。

【0018】この際、フレーム効率については、パイロットシンボルを挿入したことにより低下するものの、その低下量は無視できる程度である。例えば、Nを16とすると、パイロットシンボルを増やしたことによるフレーム効率の低下は下記に示す数式より、0.58dBに過ぎないことが分かる。

【0019】

【数2】 $E_f = 1.0 \log((N-2)/N)$

【0020】また、挿入したパイロットシンボルを隣り合わせていることにより、パイロットシンボル間の位相回転が π 以内であればオフセット補償が可能となる。これは、文献1の方法と比較して、N倍までの周波数オフセットに耐えることを意味している。

【0021】次に、本発明の一実施例におけるオフセット周波数補償回路のブロック図を図3に示す。図において、入力1は、文献1の第4図における同期検波部14の出力信号 $u(t)$ に相当する。また、クロック発生器2及びフレーム同期検出器3は、それぞれ文献1におけるクロック発生部15及びフレーム検出部16に相当する。

【0022】すなわち、例えば本実施例のオフセット周波数補償回路を文献1の第4図の回路に挿入する場合は、上記オフセット周波数補償回路を文献1の第4図の同期検波部14と伝送路歪補償部18の間に位置させ、上記移相器4の出力信号 u を上記 $u(t)$ の代わりに伝送路歪補償部18に入力させることにより、伝送路歪の除去をより確実なものとすることができる。当然のことながら、本実施例と文献1の第4図の回路で重複する構成（クロック発生器2及びフレーム同期検出器3）を共通化して、1つのLSI内に納めることができる。

【0023】また、本実施例において、6はタイミング信号発生器であり、上記クロック発生器2及びフレーム同期検出器3の出力信号に基づいて、図2における2つのパイロットシンボルを取り込むようにアナログスイッチ7の制御信号を発生させるものである。また、タイミング信号発生器6は、後述する累積加算器14において加算を実行するタイミング信号も出力している。

【0024】上記アナログスイッチ7及びアナログデータ記憶手段8によって構成されたサンプル・アンド・ホール回路に取り込まれた2つのパイロットシンボルは、それぞれ位相差検出器9によって、2つのパイロットシンボルの位相差 ρ_m に相当するデジタル信号10が出力される。また、2つのパイロットシンボルを、それぞれ波高値比較器11a、11bが所定の波高値以上であるかを比較して、所定の波高値以上であれば、“H”レベルの信号を出力し、所定の波高値未満であれば、“L”レベルの信号を出力する。そして、波高値比較器11a、11bの出力信号をANDゲート12で論理積をとる。

【0025】この際、上記論理積の結果が“H”レベルであれば、2つのパイロットシンボルはどちらも所定の波高値以上であることになり、スイッチ13をONにして、累積加算器14の値に上記デジタル信号10を加算する。一方、上記論理積の結果が“L”レベルであれば、2つのパイロットシンボルの少なくともどちらか一方が所定の波高値に達していないことになり、スイッチ

13をOFFにして、累積加算器14の値に“0”を加算する。また、論理積の結果が“H”レベルである場合、波形成形器15でパルス波形に成形された後、カウンタ16でその数を計数する。

【0026】尚、この実施例では、スイッチ13は具体的には上記デジタル信号10のビット数に対応した複数の2入力ANDゲートで構成されており、一方の入力端子に上記ANDゲート12の出力信号が入力され、且つ他方の入力端子に上記デジタル信号の各ビットが入力するものである。

【0027】その結果、上記したタイミング信号に基づいて、累積加算器14は、2つのパイロットシンボルがどちらも所定の波高値以上である場合にのみ、位相差 ρ mに相当する値を加算していくと共に、カウンタ16にその回数が計数され、所定のフレーム数（この実施例では、16フレーム）が経過すると、フレーム同期信号を計数する16進リングカウンタ18の出力パルス信号の立上りのタイミングで、除算器17は累積加算器14の累積加算値及びカウンタ16で計数した数値を取り込んで除算をおこなう。そして、この除算結果が上記周波数オフセット量 $\Delta\omega$ に相当する値となる。

【0028】また、累積加算器14及びカウンタ16は、上記16進リングカウンタ18の出力パルス信号の立ち下りのタイミングで初期化される。尚、本実施例では、16フレーム分のパイロットシンボルのサンプリングをおこなうので、リングカウンタ18を16進としたが、サンプリングするフレーム数によって、リングカウンタ18の構成は当然変わるものとする。

【0029】上記周波数オフセット量 $\Delta\omega$ が求められたので、入力1の信号を $\Delta\omega$ の逆方向に位相を回転すれば、周波数オフセットは除去されたことになる。そこで、移相器4を用いて、周波数オフセット量 $\Delta\omega$ に相当する値だけ逆方向に位相を回転する。尚、 $\Delta\omega$ を算出するために、この実施例では、16フレーム分の時間を要している。このため、入力1の信号をディレイライン19を用いてクロック信号に基づき16フレーム分の時間だけ入力1の信号を遅延させた後に移相器4に入力する。そして、該移相器4により逆方向に位相が回転され周波数オフセットが除去された出力信号5を得るものである。

【0030】次に、文献1と本発明による周波数オフセットの補償範囲の比較を、図4に示す。図中、Convent.は文献1によるものであり、Proposed 1及びProposed 2は本発明によるものである。但し、Proposed 1は、平均値を計算する際、受信レベルの小さい信号に対する検出値を平均操作に反映させた場合、Proposed 2は、平均値を計算する際、受信レベルの小さい信号に対する検出値を平均操作に反映させない場合である。

【0031】上記結果からも分かりますとおり、位相回転の平均値を計算する際、受信レベルの小さい信号に対する

検出値を平均操作に反映させないことが、周波数オフセットの小さい場合の特性の改善に有効である。更に、上述したように、文献1の第4図の回路に本発明の図3の回路を付加することによって、より一層周波数オフセットの特性を改善することができる。

【0032】以上本発明を実施例に基づいて説明したが、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した構成を変更しない限りどのようにでも実施できる。例えば、本実施例では、16QAM等の多値QAMについて言及したが、デジタルFM変調等といった他の変調方式に就いても、本発明のデジタル移動無線通信方式は有効に作用する。

【0033】

【発明の効果】本発明のデジタル移動無線通信方式によれば、周波数オフセット検出機能を付加したことにより、位相変動補償機能が格段に向上し、受信状態を常に良好に保つことができると共に、デジタル信号処理により周波数オフセットを補償できるので、回路のLSI化が可能になり、装置の小型化が容易になる等、優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】16QAMの信号空間ダイアグラムを示す概念図である。

【図2】本発明における伝送される信号のフレームの構成図である。

【図3】本発明の一実施例におけるオフセット周波数補償回路のブロック図である。

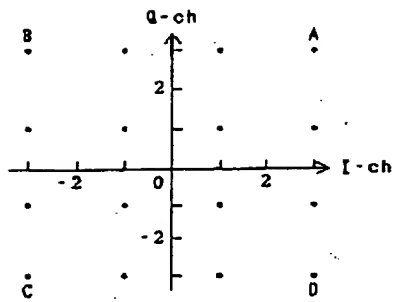
【図4】本発明による周波数オフセットの補償範囲の比較を示す概念図である。

【図5】複素平面上におけるパイロットシンボルの位相の時間的变化を示す概念図である。

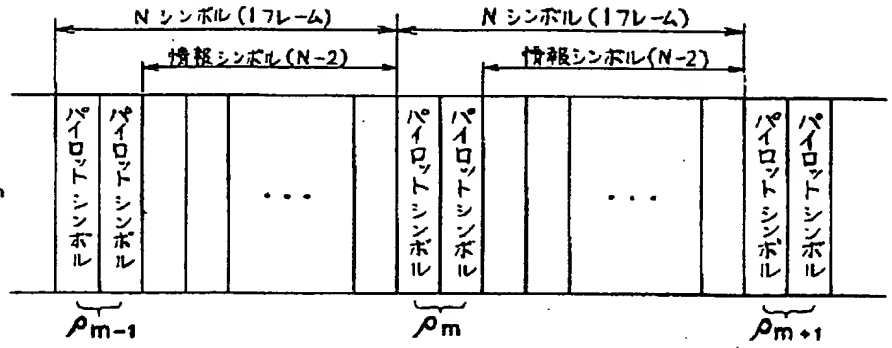
【符号の説明】

1	入力
2	クロック発生器
3	フレーム同期検出器
4	移相器
5	出力
6	タイミング信号発生器
7	アナログスイッチ
8	アナログデータ記憶手段
9	位相差検出器
10	デジタル信号
11a、11b	波高値比較器
12	ANDゲート
13	スイッチ
14	累積加算器
15	波形成形器
16	カウンタ
17	除算器
18	16進リングカウンタ

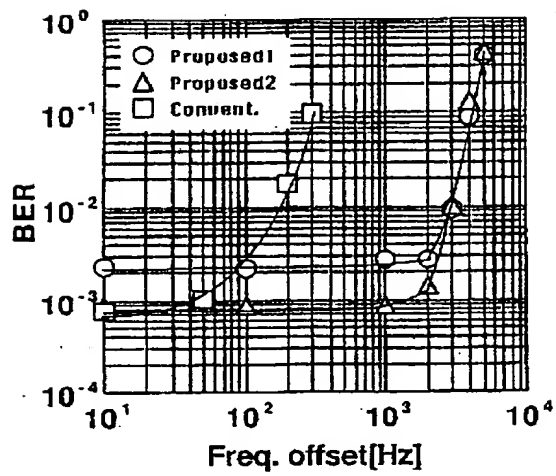
【図1】



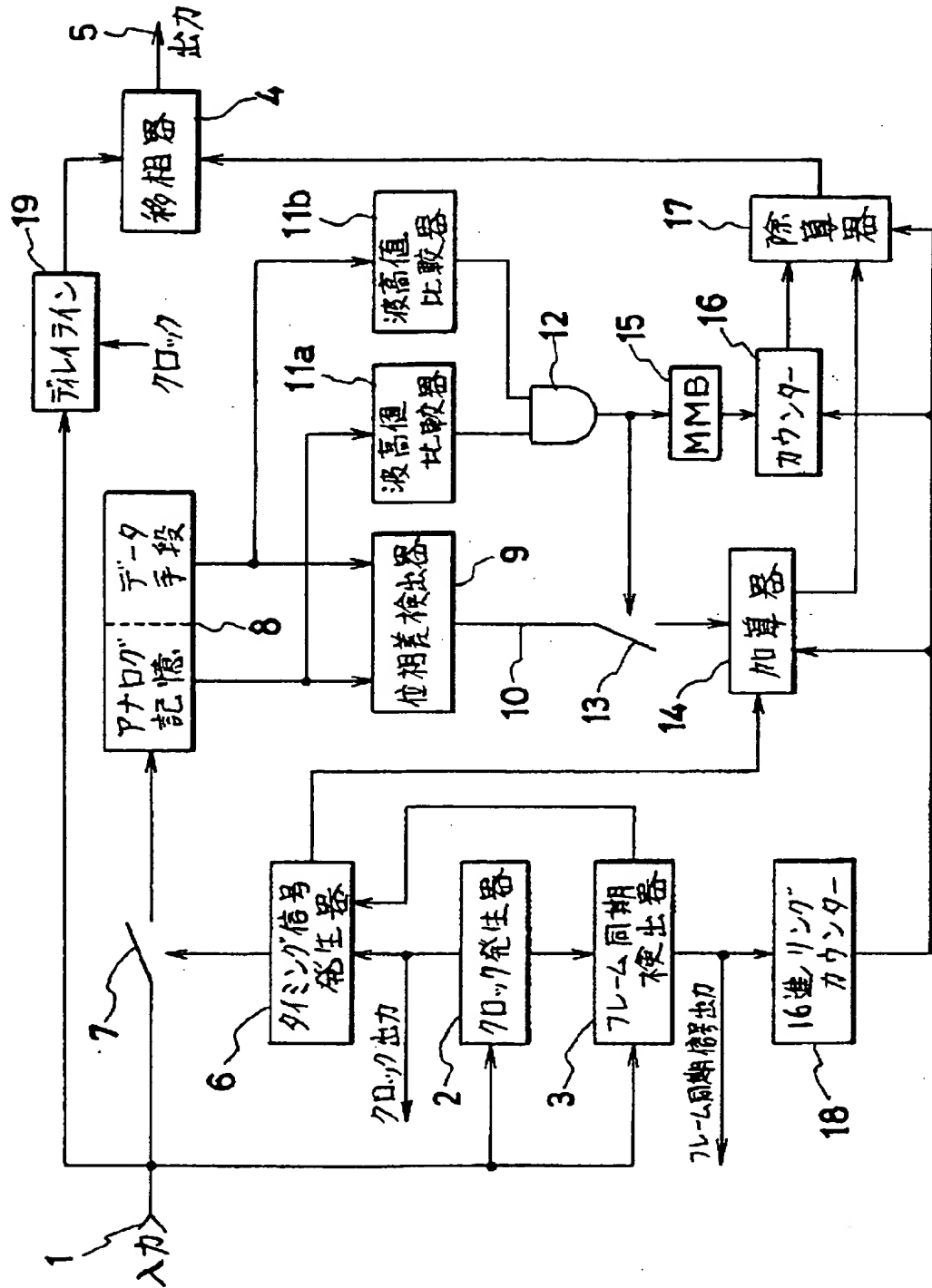
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

